

ANALISA BAHAN BAKAR KETEL UAP DENGAN KAPASITAS 30 TON/JAM PADA PKS PTPN IV KEBUN ADOLINA

¹⁾Ir. H. Amirsyam Nasution, M.T., ²⁾Ir. Muslih Nasution, M.T., ³⁾M. Pradana Rizal

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU

Email: mpradanarizal@gmail.com

Abstrak

Ketel uap merupakan alat penghasil uap yang mampu mengkonversi energi kimia dari bahan bakar menjadi energi potensial. Uap yang dihasilkan dari ketel uap dapat digunakan untuk pengolahan buah kelapa sawit dan sebagai pembangkit energi listrik di pabrik kelapa sawit. Uap tersebut merupakan gas yang timbul akibat perubahan fase cairan menjadi uap atau gas melalui cara pendidihan yang memerlukan sejumlah energi dalam pembentukannya. Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi ketel uap adalah temperatur uap, produksi uap yang dihasilkan, jumlah konsumsi bahan bakar, kadar air dan nilai kalor pembakaran bahan bakar. Ketel uap yang digunakan pada pabrik kelapa sawit biasanya memakai bahan bakar cangkang dan serabut. Proses pembakaran terjadi pada ruang bakar dan bahan bakar tersebut juga memiliki nilai HHV serta nilai LHV.

Kata Kunci: Ketel uap, bahan bakar, kadar air, nilai kalor, efisiensi

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada masa perkembangan teknologi dewasa ini, pemenuhan kebutuhan akan energi sudah menjadi bagian terpenting dalam berbagai kegiatan sehari-hari dalam tiap aspek kehidupan manusia. Kebutuhan pemenuhan energi semakin bertumbuh seiring dengan bertambahnya peningkatan penduduk yang disertai upaya peningkatan kesejahteraan masyarakat. Usaha-usaha untuk memenuhi kebutuhan energi dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya dengan memanfaatkan berbagai sumber daya alamiah, seperti memanfaatkan sumber daya air, angin, maupun panas bumi. Pemanfaatan sumber daya air, angin dan panas bumi memiliki kelemahan dalam proses pemenuhan sumber dayanya, dikarenakan sumber daya yang akan digunakan sering kali hanya terdapat pada daerah yang memiliki letak geografis yang memungkinkan untuk ditemukannya sumber daya tersebut.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, para ilmuwan dari berbagai negara berhasil menemukan cara yang lain untuk memenuhi suatu kebutuhan energi tersebut, yakni dengan mengonversikan energi yang terkandung dalam bahan bakar konvensional menjadi daya yang dibutuhkan. James Watt merupakan salah satu ilmuwan yang berhasil menemukan cara tersebut, beliau memanfaatkan tenaga uap sebagai tenaga pendorong dan menjadi orang pertama yang menggunakan uap sebagai penggerak yang sekarang kita kenal sebagai mesin uap.

Dalam penggunaannya mesin uap membutuhkan ketel uap sebagai penghasil uap. Uap yang dihasilkan oleh ketel uap dapat dikonversikan menjadi banyak hal yang bermanfaat, misalnya menghasilkan energi listrik melalui penyaluran uap ke turbin uap, ataupun dapat digunakan untuk berbagai aktivitas

pengolahan di industri kelapa sawit (PKS). Ketel uap pada umumnya menggunakan bahan bakar berupa bahan bakar minyak (BBM), bahan bakar gas (BBG), batu bara, ataupun bahan bakar berupa limbah industri. Seperti halnya pada pabrik kelapa sawit bahan bakar yang digunakan adalah limbah industri yakni berupa cangkang dan serabut yang merupakan sisa pengolahan buah kelapa sawit.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Kelapa Sawit PT PERKEBUNAN NUSANTARA IV KEBUN ADOLINA, Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

Dalam proses penelitian menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut:

2.1 Penelitian Lapangan

- Melakukan proses pengambilan data yang berhubungan dengan objek penelitian.
- Melakukan komunikasi tanya jawab kepada pihak pegawai yang berwenang dalam bidang objek penelitian.

2.2 Studi Kepustakaan

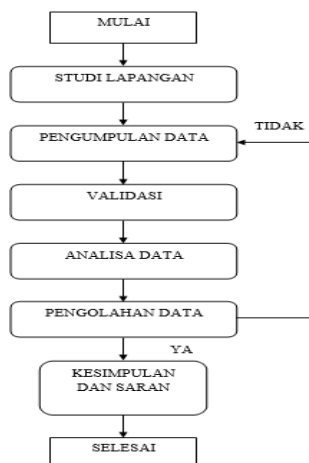
Berupa kegiatan melakukan kajian terhadap buku-buku, tulisan yang berhubungan dengan topik bahasan serta melakukan kajian terhadap sumber-sumber lainnya yang terdapat di internet.

2.3 Diskusi

Melakukan konsultasi dan tanya jawab dengan dosen pembimbing serta melakukan tukar pikiran dengan teman-teman mahasiswa.

2.4 Analisa/Perhitungan

Menghitung hasil dari data-data pada parameter yang ada.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Komposisi dari unsur-unsur kimia bahan bakar cangkang dan serabut, serta campuran cangkang 25% dan serabut 75% adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi dari Unsur-unsur Kimia Bahan Bakar

Nama Unsur	Cangkang Murni	Serabut Murni	Cangkang 25% + Serabut 75%
Carbon (C)	52,12 %	49,22 %	49,94 %
Hidrogen (H ₂)	6,01 %	6,38 %	6,29 %
Oksigen (O ₂)	25,45 %	23,40 %	23,91 %
Nitrogen (N ₂)	11 %	12,41 %	12,50 %
Abu	2,44 %	4,48 %	3,97 %
Kadar air (M)	2,98 %	4,11 %	3,38 %
TOTAL	100 %	100 %	100 %

1. High Heating Value (HHV)

High Heating Value (HHV) merupakan nilai kalor bahan bakar tertinggi atau nilai kalor atas. Dalam menentukan besar HHV, uap air yang terbentuk dari hasil pembakaran dicairkan terlebih dahulu sehingga panas pengembunannya turut dihitung sebagai panas pembakaran yang terbentuk.

Dalam menentukan kandungan energi panas bahan bakar, menggunakan analisis (komposisi kimia) persamaan Dulong dan dapat dihitung dengan rumusan:

$$\text{HHV} = (33950 \times \text{C}) + 144200 \left(\text{H}_2 - \frac{\text{O}_2}{8} \right) + 9400 \times \text{S} \text{ [kJ/kg]}$$

2. Low Heating Value (LHV)

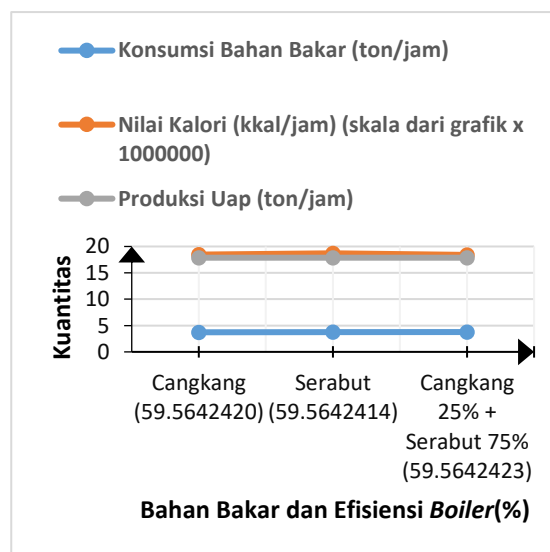
Low Heating Value (LHV) merupakan nilai kalor bahan bakar terendah atau nilai kalor bawah. Dalam menentukan besar LHV, uap air yang terbentuk dari hasil pembakaran tidak perlu dicairkan terlebih dahulu, sehingga panas

pengembunannya tidak ikut serta dihitung dengan panas pembakaran bahan bakar tersebut.

Tabel 2. Hubungan Nilai Kalori, Konsumsi Bahan Bakar, dan Produksi Uap dengan Efisiensi Ketel Uap menggunakan 3 Jenis Bahan Bakar

No	Bahan Bakar	Nilai Kalori (kkal/jam)	Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)	Produksi Uap (kg/jam)	Efisiensi Ketel Uap (%)
1.	Cangkang murni	18.158.406,481	3723,498	17.869,270	59,5642420
2.	Serabut murni	18.158.408,704	3758,225	17.869,272	59,5642414
3.	Cangkang 25% + Serabut 75%	18.158.406,401	3747,516	17.869,270	59,5642423
Rata-rata		18.158.407,195	3743,079	17.869,271	59,5642419

$$\text{LHV} = \text{HHV} - 2400 (\text{M} + 9\text{H}_2)$$



Gambar 2. Hubungan Nilai Kalori, Konsumsi Bahan Bakar, dan Produksi Uap dengan Efisiensi Ketel Uap menggunakan 3 Jenis Bahan Bakar

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa Hubungan Nilai Kalori, Konsumsi Bahan Bakar, dan Produksi Uap dengan Efisiensi Ketel Uap menggunakan 3 Jenis Bahan Bakar. Dimana bahan bakar cangkang murni memiliki efisiensi ketel uap sebesar 59,5642420% dengan nilai kalori bahan bakar sebesar 18.158.406,481 kkal/jam, konsumsi bahan bakar sebesar 3723,498 kg/jam, dan produksi uap 17.869,270 kg uap/jam, bahan bakar serabut murni memiliki efisiensi ketel uap sebesar 59,5642414% dengan nilai kalori bahan

bakar sebesar 18.158.408,704 kkal/jam, konsumsi bahan bakar sebesar 3758,225 kg/jam, dan produksi uap 17.869,272 kg uap/jam, dan bahan bakar cangkang 25% + serabut 75% memiliki efisiensi ketel uap sebesar 59,5642423% dengan nilai kalori bahan bakar sebesar 18.158.406,401 kkal/jam, konsumsi bahan bakar sebesar 3747,516 kg/jam, dan produksi uap 17.869,270 kg uap/jam.

Kesimpulan

Berdasarkan analisa bahan bakar ketel uap pipa air pada pabrik kelapa sawit PTPN IV Kebun Adolina yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Komponen-komponen ketel uap yang paling utama, yaitu deaerator, dapur (*furnace*), *superheated steam valve*, *air heater*, *Induced Draft Fan* (IDF), cerobong asap (*chimney*), dan *secondary fan*.
2. Bahan bakar yang digunakan adalah cangkang murni dan serabut murni serta campuran cangkang 25% dan serabut 75% dengan perbandingan bahan bakar 1:3.
3. Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh rata-rata nilai kalori bahan bakar, kebutuhan bahan bakar, produksi uap dan efisiensi ketel uap sebagai berikut:
 - a. Nilai kalori bahan bakar ketel uap = 18.158.407,195 kkal/jam
 - b. Kebutuhan bahan bakar ketel uap = 3743,079 kg/jam
 - c. Produksi uap yang dihasilkan = 17.869,271 kg uap/jam
 - d. Efisiensi ketel uap = 59,5642419 %
4. Dari analisa yang dilakukan nilai kalor akan meningkat dengan semakin rendahnya nilai kadar abu dan kadar air bahan bakar cangkang dan serabut buah kelapa sawit.
5. Banyaknya jumlah bahan bakar yang digunakan untuk operasi ketel uap tergantung dengan nilai kalor terendah (LHV) dari bahan bakar ketel uap itu sendiri. Semakin tinggi nilai LHV suatu bahan bakar semakin sedikit pula jumlah bahan bakar yang digunakan, begitupun sebaliknya semakin rendah nilai LHV suatu bahan bakar semakin banyak pula jumlah bahan bakar yang digunakan ketel uap tersebut untuk beroperasi.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk memungkinkan ketel uap pipa air beroperasi secara efektif dan efisien, maka perlu memperhatikan pengoperasian peralatan tersebut sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan dengan memperhatikan prosedur pengoperasiannya.
2. Perawatan dan pemeliharaan yang baik perlu dilaksanakan terhadap ketel uap pipa air di

PTPN IV Kebun Adolina secara berkala guna mempertahankan fungsi kerja dari ketel uap tersebut agar dapat bekerja secara optimal.

3. Untuk meningkatkan efisiensi ketel uap kandungan air yang berlebihan pada bahan bakar harus diperhatikan.

Daftar Pustaka

- [1] A. Muin, Syamsir. 1998. *Pesawat-Pesawat Konversi Energi I (Ketel Uap)*. Jakarta: CV. Rajawali
- [2] Djokosetyardjo, M. J. 1987. *Ketel Uap*. Jakarta: Pradnya Paramita
- [3] Hasibuan, Harry Christian dan Napitupulu, [4] Farel H. 2013. *Analisa Pemakaian Bahan Bakar Dengan Melakukan Pengujian Nilai Kalor Terhadap Performansi Ketel Uap Tipe Pipa Air Dengan Kapasitas Uap 60 Ton/Jam*. Medan: Universitas Sumatera Utara
- [5] Holman, J.P. 1997. *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga
- [6] PTPN IV. 2009. *Buku Panduan Pedoman Operasional Pengolahan Kelapa Sawit*. Medan: PTPN IV
- [7] Reynolds, W.C and Henry C. Perkin. 1977. *Engineering Thermodynamics Translated*. Jakarta: Erlangga
- [8] Sidauruk, Julius Tomris. 2017. *Analisa Bahan Bakar Boiler Pada PT. Socfindo Tanah Gambus dengan Kapasitas 30 Ton/Jam*. Medan: Politeknik Negeri Medan
- [9] Siregar, M. Aidil. 2017. *Analisa Pembakaran Pada Ruang Bakar Boiler Untuk Kebutuhan 30 Ton/Jam Tekanan 20 Bar Dengan Bahan Bakar Cangkang dan Fiber*. Medan: Universitas Medan Area